



OPCIONES BIOENERGETICAS Y SU CONTRIBUCION AL DESARROLLO SUSTENTABLE DEL VALLE DE LERMA

Silvina Manrique¹, Judith Franco², Virgilio Núñez³ y Lucas Seghezzo²

Instituto de Investigación en Energía No Convencional (INENCO); Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

Instituto de Recursos Naturales y Ecodesarrollo (IRNED), Facultad de Ciencias Naturales.

Consejo de Investigaciones de la UNSa. (CIUNSa)

Universidad Nacional de Salta. Avda. Bolivia 5150, A 4408 FVY Salta, Argentina

Tel.: 0387-4255533 – E-mail: silmagda@unsa.edu.ar

RESUMEN

Mediante el presente trabajo se ha ensayado una metodología sencilla y replicable a diferentes escalas para estimar el nivel de sustentabilidad de la situación actual del Valle de Lerma –sistema o unidad de análisis-. Mediante diagramas multidimensionales y el cálculo de índices, se obtuvo una imagen diagnóstica de la situación del sistema, en un marco multidimensional del desarrollo sustentable. Esta imagen fue luego observada en la potencial evolución futura, si propuestas de aprovechamiento de bioenergía son implementadas en la zona. Los análisis permitieron visualizar gráficamente, las falencias y los desequilibrios del sistema y por ende, apuntar hacia las dimensiones y variables que requieren implementar políticas e instrumentos correctivos. La implementación de proyectos de bioenergía, cuidadosamente planificados y ejecutados, sin duda contribuirá hacia un sistema de mayor sustentabilidad futura.

PALABRAS CLAVE: sustentabilidad, biograma, bioenergía, desarrollo sustentable, Valle de Lerma.

1. INTRODUCCION

Fue el Informe de la WCED (World Commission on Environment and Development, 1987) el que puso el término *desarrollo sustentable* (DS) en la agenda internacional y se reconoce como el primer intento global e institucionalizado de tratar de manera simultánea el bienestar económico, la protección ambiental, y la justicia social, que fueron considerados los tres aspectos, o las tres dimensiones, del desarrollo (George, 1999). Este informe plantea un conjunto de estándares y llega a ser el punto de referencia para cada debate sobre desarrollo sustentable (Holden y Linnerud, 2007).

El DS depende de los puntos de vista de la sociedad y sus valores (Sheehan, 2009), ya que éstos definen qué temas son considerados importantes, cuáles cuestiones son investigadas y qué objetivos deben ser perseguidos. Las futuras generaciones, con mayor conocimiento, tecnología más sofisticada y diferentes necesidades, definirán el desarrollo sustentable en su propio modo y con otros objetivos. Sin embargo, a pesar de diferentes opiniones sobre el tema (Mitcham, 1995; Mebratu, 1998; George, 1999; Mauerhofer, 2008), hay acuerdos en que el desarrollo sustentable no es una condición fija o un estado final, sino que es un proceso dinámico (Mog, 2004). Si bien nadie puede saber cómo será una sociedad sustentable en el futuro, sí está claro que algunas actividades humanas, si no son detenidas o cambiadas, no contribuirán al logro de esa sociedad (Seghezzo, 2008).

Kemmler y Spreng (2007) mencionan que este proceso dinámico debe ser continuamente evaluado: se deben evaluar las tendencias del sistema y las metas deseables, y se deben corregir de acuerdo a ello. George (1999) afirma que su medición es indispensable para la operacionalización del concepto: debe ser posible medir de alguna manera si un desarrollo es un desarrollo sustentable. Este requerimiento fue reconocido en la Agenda 21 que observa que “*indicadores de desarrollo sustentable necesitan ser desarrollados para proveer bases sólidas para la toma de decisiones en todos los niveles*”. Los indicadores facilitan la orientación en un mundo complejo, al condensar grandes cantidades de información en patrones reconocibles (Bossel, 1999; Afgan y Carvalho, 2008).

Para esto, es necesario identificar y considerar cada aspecto significativo del medioambiente y cada componente importante que hace a la calidad de vida. Por otra parte, los indicadores a establecer presentan mayor sensibilidad si se refieren de manera individual a cada uno de los componentes que han sido identificados como importantes, ya que los indicadores agregados pueden ocultar o disimular el peso de alguno de los factores que lo integran y mostrar resultados adversos (George, 1999). Además, es necesario conocer el impacto de cada uno de esos componentes tanto sobre la calidad de vida humana como sobre el ambiente en el caso de que sean modificados, ya que en algunos casos, alguna pequeña modificación puede no ser aceptable según el lugar, grupo humano, características culturales, tiempo, u otras.

Nivel de Desarrollo Sustentable del Valle de Lerma (Salta)

El Valle de Lerma se presenta como una unidad territorial de gran importancia para la provincia de Salta (Argentina), ya que posee condiciones geográficas favorables para el asentamiento de población: suelos fértiles, clima moderado y disponibilidad

¹ Becaria Doctoral del CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas).

² Investigador Adjunto CONICET. Instituto de Investigación en Energía No Convencional (INENCO).

³ Director Instituto de Recursos Naturales y Ecodesarrollo (IRNED).

de recursos hídricos. En el marco de un proyecto de ordenamiento territorial para el Valle (proyecto CIUNSA N° 1345 y 1643), numerosas líneas de investigación se están explorando. Entre ellas, se estudia la potencialidad del empleo de fuentes de energía renovable disponibles, principalmente biomasa. Existen estudios en la zona, que muestran el potencial de diversos recursos biomásicos (Manrique et al., 2008; Manrique et al., 2009a, b, c, d; Manrique et al., 2010a). El empleo de estas fuentes renovables podría disminuir las emisiones de CO₂ y otros gases de efecto invernadero (GEI), la presión sobre los bosques nativos de la zona y la contaminación ambiental. A la par, el aprovechamiento de esta bioenergía en la generación de calor y electricidad, podría contribuir a la mejora de la calidad de vida de la población y aliviar la economía local. Si bien cada una de estas alternativas bioenergéticas podría tener mayor o menor impacto positivo en la zona (Manrique et al., 2010b), todas ellas sin duda, contribuirán a una situación de mayor bienestar para la población. Los objetivos del presente trabajo son: i) identificar los principales aspectos (criterios) que definen e influyen en el sistema Valle de Lerma; ii) definir indicadores para cada uno de los criterios identificados que permita su medición y monitoreo, que se ajusten al contexto temporal, territorial, y humano del Valle; iii) generar una “imagen de diagnóstico” de la situación del sistema analizado (Valle de Lerma), en un marco multidimensional del desarrollo sustentable; iv) realizar un análisis comparativo de esta unidad de análisis en el momento actual, y en un momento futuro potencial, luego de la puesta en marcha de alternativas bioenergéticas en la zona. El presente trabajo se integra dentro de la tesis doctoral y de un proyecto de investigación (proyecto CIUNSA N° 1.955), que desarrolla actualmente la autora principal del presente.

2. MATERIALES Y METODOS

2.1. Área de estudio

El Valle de Lerma, ubicado entre los 24°25,61' y 25° 43,66' de latitud sur y los 65°15,22' y 65° 46,60' de longitud oeste, ocupa una superficie total de cerca de 5.000 km² –en base a la línea divisoria de aguas- (Núñez et al., 1997), y está integrado por 7 departamentos y 13 municipios (incluida la ciudad de Salta capital). La altitud media es de 1100 a 1200 m.s.n.m. El clima es de tipo subtropical con estación seca, con precipitaciones de noviembre a marzo, que disminuyen en línea general hacia el sur. Estudios anteriores han observado las amplias diferencias entre la zona montañosa y la baja, por lo que, a los fines de los objetivos planteados, se estudió la zona baja (hasta los 1600 m.s.n.m.), excluyendo la ciudad de Salta Capital.

2.2. Diseño de la investigación

2.2.1. Obtención de datos e información

El estudio de la unidad de análisis (Valle de Lerma) incluyó: 1) una revisión del material bibliográfico, 2) la obtención de información básica, 3) el análisis de toda la información bibliográfica y básica. En este caso, la unidad de análisis se trabajó en dos situaciones: a) un diagnóstico actual en cuanto al nivel de DS estimado y b) el estado potencial futuro del mismo frente a la implementación de sistemas bioenergéticos.

La información básica fue obtenida a partir de dos técnicas: a) el sondeo con entrevistas informales y b) la encuesta de casos seleccionados. El sondeo, definido como un recorrido exploratorio, incluyó entrevistas a 38 (treinta y ocho) informantes claves de los siguientes cinco sectores: i) gobiernos (intendentes y/o secretarios de gobierno); ii) empresas (tabacaleras: Alliance One y Massalin particulares); iii) asociaciones (Cámaras de tabaco locales y municipales; Mutual de Tabaco de Salta; Consorcios de Riego; Asociaciones de Pequeños Productores del Valle; Asociaciones de artesanos); iv) productores (tabacaleros y hortícolas); v) pobladores (ubicado en puestos de acceso a la población: agentes sanitarios, maestros, enfermeros, dirigentes locales y comerciantes). El sector académico-científico, que no fue consultado en las entrevistas, fue incorporado en los análisis posteriores mediante el estudio de la información secundaria (informes, papers, material de divulgación, etc.). Esta etapa fue útil para obtener una visión general de las características técnico-económicas de los diferentes sistemas agrícolas, de los tipos de empresas y relaciones predominantes, y de la percepción del contexto de los actores locales. Las personas entrevistadas brindaron un rico panorama sobre su perspectiva de lo que consideraban una situación de mayor sustentabilidad que la realidad actual vivida. A dichos actores se les consultó asimismo sobre su valoración de importancia de las cuatro dimensiones de la sustentabilidad consideradas: económica (E), social (S), ambiental (A) y organizativo-institucional (I) (en una escala de 1-100 de menor a mayor importancia, pudiendo repetir las valoraciones). Las respuestas fueron promediadas. La información secundaria y primaria -relevada en las entrevistas-, sirvió de base para el diseño y confección de las encuestas, en la medida en que permitió la definición de indicadores para estimar el “nivel” de DS del Valle, y por tanto, orientó el planteo de la encuesta.

Para la segunda etapa (b), se definió un número total de 100 (cien) encuestas de terreno, a partir de casos seleccionados en función de criterios definidos. Así, por tanto, cuatro categorías de productores –según superficie trabajada- fueron consideradas (Manrique et al., 2009): de 0-5 ha, de 5,1 a 15, de 15,1 a 50 y más de 50 ha. Las encuestas se repartieron de manera aproximadamente equitativa entre todos los municipios del Valle (se excluyó el departamento capital). Cabe mencionar que si bien se buscó obtener las respuestas para las preguntas definidas en la encuesta, el trabajo de campo fue flexible y se entablaron diálogos amenos con los productores, logrando valiosa información complementaria. Se relevó así la opinión de un porcentaje de la población, sin fines estadísticos, con diferentes condiciones materiales de existencia, y de diferentes localizaciones geográficas.

2.2.2. Estimación del nivel de DS del Valle: el Biograma

Se denomina *Biograma* al diagrama multidimensional y los Índices respectivos que representan gráficamente el “estado de un sistema”. Dicha imagen revela el grado de DS de la unidad de análisis en cuestión, los aparentes desequilibrios entre las diversas dimensiones y, por ende, los posibles niveles de conflicto existentes. Además de generar un “estado de la situación actual” de la unidad estudiada, el Biograma, por su propia naturaleza, permite realizar un análisis comparativo del sistema analizado en diversos momentos de su historia; es decir, su evolución (Sepúlveda, 2008).

La metodología utilizada⁴ para la generación del Índice De Desarrollo Sustentable (IDS) y de la imagen del Biograma, se ha estructurado en una serie de pasos que se inician con la selección de la unidad de análisis (Valle de Lerma), seguido por la definición de los criterios de evaluación del DS y de los indicadores correspondientes a cada uno. Posteriormente, se definieron los tipos de relaciones de los indicadores con el sistema, y se aplicaron funciones de relativización a los indicadores. Por último, se estimaron los índices parciales (para cada dimensión o criterio) y el índice final (IDS). A continuación se hace referencia a cada etapa.

– *Dimensiones de análisis:* las cuatro dimensiones que se consideraron E, S, A e I, se definieron en la búsqueda de un planteo sencillo que permitiera la participación local. La importancia relativa (o peso) de la dimensión se calculó mediante una sencilla matriz conteniendo la opinión de los productores locales. Para esto, se planteó el interrogante: “¿cuál de estos aspectos (S,E,A,I) considera de mayor importancia para evaluar la sustentabilidad de la zona (Valle)? (asigne un puntaje del 1-100 a cada uno en función de la importancia)”. Cabe mencionar que aunque los sistemas funcionan como una unidad, y las distinciones de en qué área pueden evaluarse qué aspectos, como así, qué aspectos son los que pueden explicar mejor el funcionamiento de ese sistema y cómo se definen, resultan difusas y sutiles. Sin embargo, esta división (dimensiones) es útil a los fines didácticos.

Criterios e Indicadores: los criterios son aquellos aspectos que están incluidos en cada dimensión y los que mejor pueden explicarlas (Sepúlveda, 2008). Estos criterios fueron identificados a partir de la observación de la realidad de la zona como así, de las entrevistas con los actores locales. Se consideraron aquellos aspectos que podrían mejorar o empeorar el “nivel” de DS de la zona, independientemente de si estaban relacionados o no con temáticas energéticas. Para cada criterio, se definieron indicadores, siendo éstos variables cualitativas o cuantitativas que pueden ser medidas, y que permiten testear en el tiempo, la tendencia de sustentabilidad del sistema. Los indicadores se transforman en la base de estimación de la estructura del Biograma. En este caso, a fin de lograr cierto equilibrio, se definieron 8 indicadores para cada dimensión. En la mayor parte de los casos, se buscó medir cada criterio mediante indicadores directamente relacionados con la evaluación de las respuestas de la muestra poblacional tomada (100 personas).

– *Relación:* una vez definidos los indicadores, se especificó el tipo de relación que cada uno de ellos tenía con el entorno general (+ o -). Es decir, el aumento del valor del indicador podría reflejar una situación mejor o peor para el criterio considerado. Si un aumento en el valor del indicador podría resultar en una mejoría del sistema, se consideró que la relación era positiva (+). Por el contrario, si un aumento en el valor del indicador podría empeorar la situación, se consideró una relación inversa (-).

– *Relativización:* Con el fin de adaptar los indicadores a una escala común, se utilizó una función de relativización, la cual se basa en la metodología planteada por el PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo) para calcular el Índice de Desarrollo Humano. En los casos en que los indicadores presentaban una relación positiva se adoptó la fórmula de la Ec.(1), y cuando ésta era negativa, la Ec. (2), donde: x = valor correspondiente de la variable o indicador para la unidad de análisis; m = valor mínimo de la variable en un período determinado; M = nivel máximo de la variable en un período determinado.

$$\text{Ec.(1)} \quad f(x) = \frac{x - m}{M - m} \quad \text{y} \quad \text{Ec.(2)} \quad f(x) = \frac{x - M}{m - M}$$

Mediante la utilización de estas fórmulas se obtienen índices individuales para cada indicador, los cuales fluctúan entre 0 y 1. Para ambos casos (relación positiva o negativa), un valor de 1 representa una mejor situación, contrario a un valor de 0, en cuyo caso representa la peor situación. Las fórmulas anteriores permiten relativizar todos los indicadores y, por ende, generan un nuevo conjunto de datos apto para realizar un análisis comparativo.

– *Estimación del índice de DS y biograma:* el IDS se estimó como el promedio de los 8 indicadores por dimensión, luego de ser relativizados en una escala de 0 a 1. Con este paso, se obtuvieron 4 índices parciales (IA, IS, II, IE). Cada uno de estos índices fue ponderado por el valor promedio asignado a cada dimensión (expresada en tanto por uno) y luego sumados para obtener el IDS final. Los índices parciales obtenidos para cada una de las dimensiones, así como el índice final de DS, fueron luego representados en un biograma o diagrama multidimensional. La escala con la que se evaluaron los resultados fue de 0 a 1. Cuando el área sombreada del biograma equivale a un índice por debajo de 0.2, éste se representa en rojo, simbolizando un estado del sistema con una alta probabilidad de colapso. Para niveles entre 0.2 y 0.4 se utiliza el color anaranjado, indicando una situación crítica. De 0.4 a 0.6 el color es amarillo, correspondiendo a un sistema inestable (Sepúlveda, 2008). De 0.6 a 0.8 (celeste): sistema estable y de 0.8 a 1 (verde): situación óptima del sistema.

2.2.3. Inclusión de Opciones Bioenergéticas en la zona

Estudios previos en el Valle de Lerma (Manrique et al., 2008; Manrique et al., 2009a, b, c, d; Manrique et al., 2010a) han demostrado que existen diversos recursos biomásicos que podrían ser utilizados con fines energéticos. Entre ellos:

- 1) *Utilización de residuos agrícolas* (tabaco principalmente) para sustitución de combustibles fósiles en los ciclos productivos -calor de proceso- mediante calderas o estufas eficientes.
- 2) *Aprovechamiento de biogás desde los residuos sólidos urbanos (RSU)* generados en el Valle, desde un relleno sanitario regional, para generación de energía eléctrica volcada a la red local (electricidad desde un motor de combustión interna).
- 3) *Manejo de arbustales y matorrales* del Valle –Acacias, principalmente- para utilización planificada del crecimiento anual con fines calóricos (calor para cocción y calefacción, mediante combustión en calderas o estufas eficientes).

Para que estos proyectos bioenergéticos pudieran mejorar la situación actual del Valle, transformándola en otra de mayor sustentabilidad, deberían como mínimo presentar las siguientes características: reaprovechar recursos actualmente no utilizados; tener un balance energético positivo; no competir en el uso por la tierra y el agua; secuestrar CO₂ en un balance neutro con las emisiones; incorporar planes de manejo de los recursos; proponer mecanismos que permitan la continuidad de

⁴ Adaptado de Sepúlveda (2008).

las iniciativas bioenergéticas; disminuir la dependencia de combustibles fósiles y emisiones contaminantes a la atmósfera; satisfacer necesidades básicas locales antes que externas a la región; combinar iniciativas descentralizadas con generación de energía para la red si se considera necesario; permitir redistribuir la fuerza laboral en estos emprendimientos; velar por el respeto de los derechos humanos; generar ingresos extras o disminuir la factura de gastos energéticos; integrar a la región en iniciativas similares y desarrollarlas con la participación de la población; ensayar tecnologías más limpias; entre otras (ver Manrique et al., 2010b).

En el supuesto de que la implementación de estos proyectos (simultáneos) puedan realizarse en el marco de políticas provinciales y municipales favorables, y que exista una cuidadosa evaluación previo a su implementación, podría suponerse que existirán más impactos positivos que negativos, de tales iniciativas. Se contempla la posibilidad de aprovechar diferentes fuentes de financiamiento disponibles, como la Ley Nacional 26.190 que otorga una retribución por kwh de energía “verde” o renovable generada (a un precio de 0,015 \$/kwh), o los mecanismos de mercado voluntarios o incluidos dentro de estrategias internacionales (Protocolo de Kyoto), donde pueden ofertarse las emisiones evitadas a la atmósfera de CO₂ y CH₄, por ejemplo, en forma de bonos de carbono (CER), entre otros. Con estos supuestos, se analizaron los posibles impactos de estos proyectos, sobre cada uno de los indicadores propuestos para evaluar el “nuevo nivel” de DS del Valle de Lerma. Los resultados se presentan en forma de biogramas. Cabe reconocer que en muchos de los indicadores no se pueden observar impactos como consecuencia directa de estos proyectos, y que necesitarían otro tipo de medidas de fondo para poder ser revertidos o impactados.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. Definición del concepto de sustentabilidad

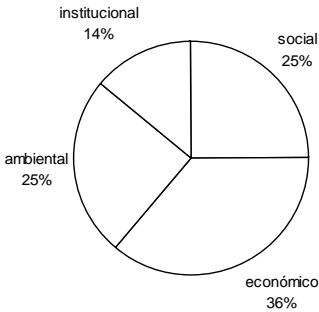
Con respecto a la percepción de “sustentabilidad”, en la mayor parte de los casos éstas se circunscribieron a aspectos de tipo estructurales, que podrían ser revertidos con relativa facilidad, sobre todo de índole económica (Tabla 1). Las opiniones fueron organizadas sólo a los fines de lograr una mejor comprensión e inclusión de las respuestas brindadas por la población, y buscando detectar las principales líneas argumentativas. Mayormente, las percepciones se orientan a señalar aspectos de corto plazo, que son por otra parte, los que están al alcance de la vivencia de los pobladores. Claramente, la condición de sustentabilidad tiene que ver con aquellos aspectos que actualmente son percibidos como insustentables o negativos, por actores de diferentes sectores del Valle. Los aspectos institucionales se nuclean dentro de la dimensión social.

Una situación más sustentable para el Valle sería aquella donde exista...	
económicos	<p>“una mejor provisión, mejor infraestructura, y mejor distribución de agua”</p> <p>“mejores caminos y vías de acceso para el movimiento de la producción o de insumos”</p> <p>“el desarrollo de mercados locales”</p> <p>“menos monopolización por parte de las empresas de la actividad productiva tabacalera”</p> <p>“mayor respaldo del gobierno con capacitaciones y asesoramiento técnico”</p> <p>“que se aseguren mejores ingresos para los productores con políticas a largo plazo”</p> <p>“más información para todos los sectores por igual”</p>
ambientales	<p>“un correcto manejo de los recursos naturales, a la par que se realizan las actividades productivas”</p> <p>“que no se desmonten todos los bosques, ya que de ahí se aprovecha la leña, algunas medicinas, tinturas, y frutos”</p> <p>“que se utilicen nuevas fuentes de energía que sean renovables”</p> <p>“que la basura generada se trate de alguna manera, para evitar la contaminación que se observa”</p> <p>“que se difundan y utilicen tecnologías poco contaminantes”</p> <p>“que se respalden otras actividades productivas en el Valle, no sólo la actividad tabacalera”</p> <p>“que la gente valore el lugar donde vive, y cuide el entorno natural”</p>
sociales	<p>“que las decisiones políticas a tomarse sean consultadas previamente con la población local, que somos los que sabemos lo que necesitamos, y que después se tenga en cuenta lo que decimos”</p> <p>“que se respeten los derechos de posesión de las tierras y se den los títulos de tenencia a quienes les corresponde”</p> <p>“que se regularicen los puestos de trabajo y se den los beneficios sociales necesarios”</p> <p>“que la paga sea mejor, para que se puedan organizar mejor las familias”</p> <p>“que el gobierno haga más planes de vivienda”</p> <p>“que los jóvenes tengan más oportunidades de estudio y de trabajo localmente, para que no tengan que irse”</p> <p>“que no se vendan armas, o se controlen más los posibles sitios de venta, ya que están al alcance de cualquiera”</p> <p>“que los gobernantes cumplan lo que prometen”</p> <p>“que existan propuestas para los jóvenes que alejen de la droga y el alcoholismo”</p> <p>“mejor equipamiento de centros de salud, y cobertura médica”</p>

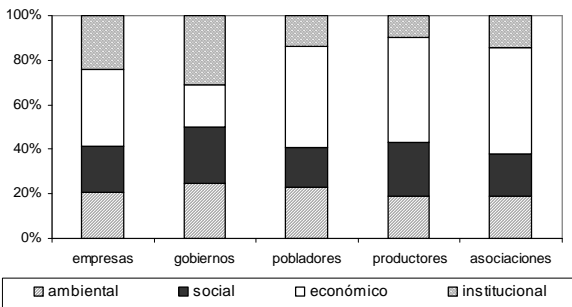
Tabla 1. Algunas ideas de sustentabilidad, expresadas por los actores locales consultados.

3.2. Dimensiones, Criterios e Indicadores

La importancia relativa (peso) de cada una de las dimensiones especificadas puede verse en la Fig. 1a.



(a)



(b)

Figura 1.a) Importancia relativa de las dimensiones de la sustentabilidad y b) apreciación particular por sector consultado.

El aspecto económico (E) resulta prioritario en la sustentabilidad de una iniciativa en la zona, ya que es el principal interés de la gente local. Aspectos ambientales y sociales (A y S), aparecen en segundo lugar, mientras que lo institucional es señalado como de menor importancia (I). Esta priorización ha sido reconocida a nivel mundial como típica de regiones subdesarrolladas y países del tercer mundo (Gnansounou et al., 2007). En el análisis de las opiniones por sectores (Fig.2b), pueden apreciarse algunas diferencias.

Por otra parte, los criterios e indicadores que figuran en la Tabla 2, son los que se consideraron fundamentales para la determinación del nivel de DS del Valle. La asignación de puntaje a cada indicador en función de las respuestas recibidas por parte de la población permitió obtener la imagen actual del Valle.

D	Criterios	I	Indicadores	R
Ambiental	Manejo de residuos	A1	Porcentaje de basura diaria (per capita) reciclada o tratada con algún sistema sanitario.	+
	Manejo de agua	A2	Porcentaje de población que manifiesta problemas de aprovisionamiento, tratamiento y/o distribución de agua para el desarrollo de sus actividades.	-
	Protección de suelos	A3	Cantidad de productores con problemas de pérdidas de suelos y fertilidad	-
	Protección y fomento de la biodiversidad	A4	Número de productores con producción diversificada	+
	Uso de energía renovables	A5	% de utilización de fuentes de energía renovable sobre el consumo total de energía en ciclo productivo	+
	Manejo de recursos naturales	A6	% de población que obtiene leña del monte (directa-indirectamente, sin plan de manejo)	-
	Contaminación local	A7	Número de productores que utilizan fertilizantes y plaguicidas	-
	Valoración del medio natural	A8	Cantidad de personas con conciencia de problemas relacionados al ambiente	+
Social	Población con bajos ingresos	S1	Porcentaje de productores que dependen de la mano de obra familiar (incluyendo niños menores de 16 años)	-
	Salubridad del hogar	S2	Población con accesos a servicios cloacales	+
	Accesibilidad a servicios modernos de energía	S3	Población con acceso a electricidad	+
	Confort	S4	Población con acceso a gas natural	+
	Salud	S5	Población con acceso a agua potable de red	+
	Justicia social	S6	Población con peones contratados en blanco y con todos los beneficios sociales	+
	Educación formal e instrucción	S7	Población con nivel de instrucción terciaria o universitaria	+
	Aceptabilidad de proyectos bioenergéticos	S8	% de aceptación pública de proyectos en el área de la bioenergía	+
Institucional	Capacidad organizacional	I1	Población que pertenece a algún tipo de asociación o cooperativa	+
	Efectividad gubernamental	I2	Población que tiene confianza en la dirigencia local	+
	Participación ciudadana	I3	Población que ha participado en alguna decisión política local	+
	Estabilidad política	I4	Población que conoce la propuesta política del gobierno	+
	Vinculación e integración	I5	Población que se vincula con productores de otro sector del valle mediante intercambios, arriendos, pertenencia a cooperativas	+
	Calidad reguladora	I6	Población que reconoce dificultades para el desarrollo de su actividad privada	-
	Respaldo gubernamental	I7	Número de administraciones municipales que respaldan proyectos de EERR (apoyo logístico, normativo, financiero, etc.)	+
	Cooperativismo	I8	Población que está dispuesta a organizarse	+
Económico-productivo	Estabilidad económica	E1	Población que observa que los rendimientos de los cultivos se mantienen a lo largo de ciclos productivos	+
	Solvencia económica	E2	Población con capacidad de ahorro	+
	Fomento gubernamental de la economía local	E3	% población que reconoce como suficiente la infraestructura para actividades productivas (caminos, instalaciones apropiadas)	+
	Conformidad popular	E4	Población que considera que su situación económica es buena	+
	Capitalización	E5	Población que paga arriendo	-
	Acceso a bienes	E6	Población que debe arrendar herramientas y maquinarias para producir	-
	Fortaleza de la economía rural	E7	Población que depende de subsidios y financiamiento del estado	-
	Dependencia energética	E8	Porcentaje de gastos en combustibles fósiles en el ciclo productivo	-

Tabla 2. Dimensiones, Criterios e Indicadores utilizados para el análisis del nivel de DS del Valle de Lerma. I refiere a indicadores, y R, refiere a tipo de relación.

3.3. Biograma e Índices: situación actual del Valle

La Fig.2, muestra una “imagen de diagnóstico” de la situación del sistema analizado, en un marco multidimensional del desarrollo sustentable. Cada eje del Biograma representa un indicador, ajustado de tal forma que cuanto más amplia y homogénea resulta el área sombreada, mejor es la situación del sistema, por lo que en este caso, se puede inferir que existen falencias en el sistema. El índice calculado de desarrollo sustentable del sistema (IDS) es de 0,218 con lo cual el estado del sistema se puede definir como en estado de *colapso*.

Hay grandes desequilibrios entre cada una de las dimensiones y al interior de cada una de ellas, y en especial, la faceta ambiental es largamente postergada.

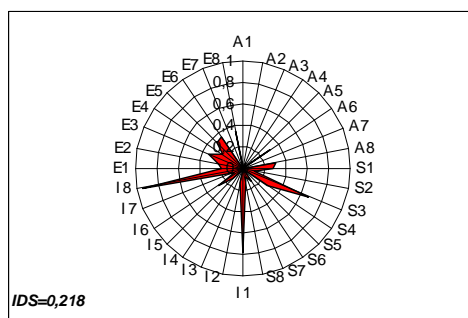
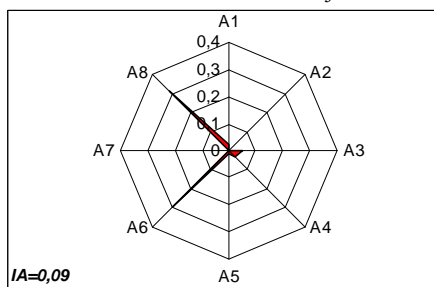
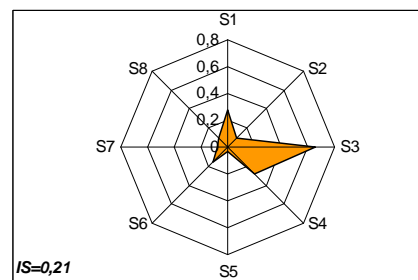


Figura 2. Situación actual del Valle de Lerma: "colapso".

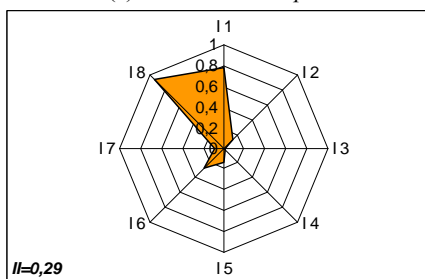
El aporte de cada una de las dimensiones, se observa en las figuras que siguen (Fig.3 a, b,c, y d), y permiten destacar las variables más críticas de cada dimensión bajo análisis.



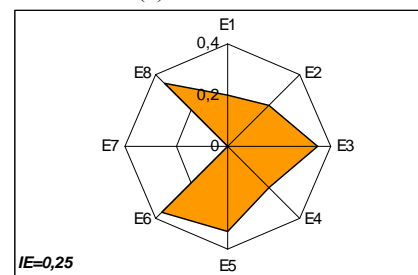
(a) Ambiental: *colapso*



(b) Social: *crítico*



(c) Institucional-organizativo: *crítico*



(d) Económico-productivo: *crítico*

Figura 3. Biograma para cada una de las dimensiones trabajadas. La dimensión ambiental se encuentra en estado de colapso, el resto en situación crítica.

Como puede observarse claramente, cualquiera de los indicadores utilizados en relación con el ambiente muestra valores muy bajos, denotando la inexistencia de prácticas de manejo racional de los recursos y de protección y valoración del medio físico. No existe prácticamente conciencia ambiental, si bien pueden reconocerse algunos posibles daños al medio como consecuencia de las actividades humanas, no hay voluntad ni decisión en indagar soluciones posibles. El IA es de 0,09 revelando un estado de *colapso* del sub-sistema ambiental. El resto de las dimensiones se encuentran en valores cercanos a 0,3 o menores (IS 0,21; II 0,29 y IE 0,25) resultando en todos los casos situaciones *críticas*, que deben ser trabajadas en pos de coadyuvar a la transición de sistemas sociales más sustentables. En lo social, pueden apreciarse grandes desigualdades distributivas, educacionales, de salud, que se convierten en carencias estructurales que deben ser salvadas en primera instancia. Si bien se observa un gran entusiasmo en la participación en proyectos de índole bioenergético, estos proyectos deben encararse con el fin de resolver demandas básicas. En lo institucional-organizativo deben reconocerse como fortalezas del sistema, las agrupaciones de los productores en los consorcios de riego, en las mutuales y cooperativas tabacaleras, en asociaciones de productores locales, que predisponen a la población a realizar esfuerzos mancomunados para alcanzar objetivos de su interés (I1, I8, I5). En este caso, podría resultar de suma importancia en la viabilidad de los sistemas bioenergéticos a implementarse, aunque el nivel de confianza y comunicación con la dirigencia debe ser reforzado (I2, I3). En lo económico-productivo se observa una fuerte dependencia de mecanismos de subsidios y financiamientos que podrían señalar una economía débil (E7). Es muy bajo el nivel de capitalización local (E5, E6), hay altas discrepancias en los ingresos (E1, E2), deficiencias en las infraestructuras productivas y alta disconformidad social (E3, E4). Este análisis permite visualizar en una imagen, las falencias y los desequilibrios del sistema y por ende, apuntar hacia las dimensiones y variables que requieren implementar políticas e instrumentos correctivos.

3.4. Situación potencial del Valle: implementación de alternativas bioenergéticas sustentables

La imagen actual del Valle puede ser mejorada mediante la aplicación de las alternativas bioenergéticas señaladas, elevando los índices previamente estimados en algunos casos. En una mirada general, los proyectos de bioenergía otorgan al Valle de Lerma una mejor situación o una situación más *sustentable* que la que actualmente se detecta en el mismo, y podrían elevar el IDS a 0,41 lo cual significa una situación casi dos veces mejor que la actual. El biograma muestra una disposición como la que se observa en la Fig.4, donde puede notarse mayor superficie cubierta.

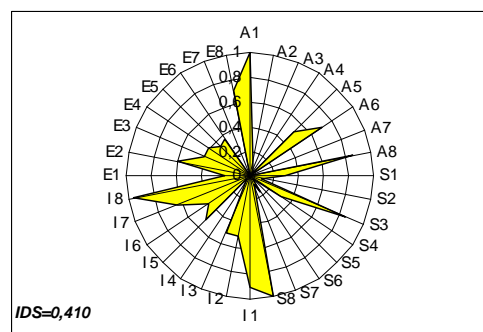


Figura 4. Situación potencial del Valle de Lerma: "inestable".

Gran parte de los indicadores considerados, se ven afectados, en mayor o menor medida (ya se ha mencionado que, por ejemplo, los aspectos de deficiencias estructurales requieren decisiones políticas más complejas e integrales). En detalle, puede apreciarse (Fig.5) que el mayor cambio ocurre en la dimensión ambiental, cuyo IA asciende a 0,37 dándole el carácter de *crítico*, aunque superior al anterior estado. El II (índice institucional) se modifica mayormente, con un valor de 0,56 que lo coloca en una situación *inestable*, pero superior a la anterior. Los mayores impactos se dan en las áreas que tienen que ver con el aspecto "organizativo" más que con el "institucional", ya que los proyectos propuestos implican intercambios e interconexiones que pueden resultar favorables también en otros aspectos para los productores. Este es un aspecto casi intrínseco de los proyectos de bioenergía, en la medida en que sus características de dispersión, baja densidad energética, estacionalidad, propias de los recursos de biomasa, promueven medidas regionales más que locales.

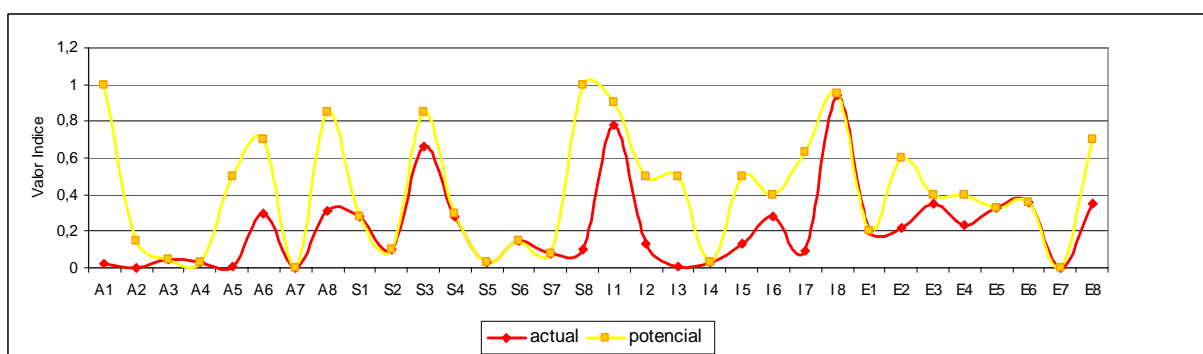


Figura 5. Situación actual y potencial del Valle de Lerma en función de aplicación de proyectos de bioenergía.

Las propuestas de aprovechamiento de recursos de biomasa no utilizados actualmente como así de manejo de recursos, notablemente pueden coadyuvar a la conservación del capital natural, disminución de emisiones de CO₂ (el uso sostenible de biomasa, respetando la tasa de renovación de los recursos, resulta en emisiones neutras de CO₂), mejora en aspectos de higiene y sanidad ambiental (disposición de residuos sólidos urbanos en el relleno sanitario regional, disminuyendo impactos y contaminación), como así recuperación de energía actualmente desaprovechada. Esto impactaría asimismo, en las tarifas energéticas de consumo de combustibles fósiles, con un nivel de ahorro económico, y podría contribuir a la solución de algunas demandas básicas no satisfechas: provisión continua de combustibles para cocción y calefacción, más hogares conectados a la red eléctrica, abastecimiento de sitios de bien público (escuelas, hospitales, salitas, etc.), entre otros.

Planeados y ejecutados correctamente, podrían implicar puestos de trabajo salubres y estables. A escala regional, la logística de aprovechamiento de la biomasa requiere de cierto nivel de organización y distribución de tareas, y la gestión necesita el respaldo de la dirigencia local y convenios de cooperación, ya que normativas, financiamiento y otros aspectos deben ser resueltos a este nivel para darle solidez a las iniciativas. Si bien la población local no considera los aspectos institucionales como importantes, estos pueden resultar en el verdadero freno de estos proyectos. Por otra parte, la opción por cierto tipo de aplicaciones tecnológicas en desmedro de otras, será necesaria para acompañar el desarrollo exitoso de la bioenergía: cocinas mejoradas y de mayor eficiencia, tecnologías con menores emisiones y de origen local o nacional, implementación de calderas de mayor eficiencia para el uso de biomasa en los ciclos productivos, entre otras. Nuevos estudios, o la realización de un muestreo estadístico, quizás podrían aportar mayor claridad a los resultados obtenidos.

4. CONCLUSIONES

Mediante el presente trabajo se ha ensayado una metodología sencilla y replicable a diferentes escalas. El IDS obtenido así como el biograma que refleja la situación del Valle, están directamente relacionados con los indicadores seleccionados para la evaluación de cada una de las dimensiones del desarrollo sustentable. Así por tanto, nuevos análisis pueden ser realizados a la misma unidad de estudio, definiendo claramente indicadores sustentados teóricamente, y, dada la sensibilidad del método, nuevos biogramas pueden ser obtenidos. En este caso, la valiosa información recabada directamente de los actores locales, como así la observación directa de la situación en terreno, permiten reflejar con claridad la situación actual del Valle –en función de la muestra y criterios definidos.

Los índices obtenidos indican que el estado actual del Valle refleja una muy baja sustentabilidad, colocándolo en una situación de *colapso*, principalmente en el aspecto ambiental. Si bien la implementación de proyectos bioenergéticos en el Valle –para lo cual existe un alto potencial- podría conducir la situación actual hacia una de mayor nivel de sustentabilidad –

“*inestable*”, según la escala del biograma-, sin duda son necesarias políticas y medidas profundas e integrales aplicadas simultáneamente, que permitan la evolución conjunta de cada una de las dimensiones de la sustentabilidad. En este sentido, este análisis permite visualizar en una imagen, las falencias y los desequilibrios del sistema y por ende, apuntar hacia las dimensiones y variables que requieren implementar políticas e instrumentos correctivos. La implementación de proyectos de bioenergía, cuidadosamente planificados y ejecutados, sin duda contribuirá hacia un sistema de mayor sustentabilidad.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fue desarrollado en el marco del proyecto CIUNSa (Consejo de Investigación de la Universidad Nacional de Salta) N° 1.955 y con el soporte de una beca doctoral del CONICET otorgada a la autora principal del presente. Se agradece especialmente al apoyo en la zona de cada uno de los municipios involucrados, como así de cooperativas, asociaciones y empresas que brindaron su colaboración. Especialmente a Pedro Alonso y José Bressanutti por los contactos brindados. A los auxiliares de investigación adscriptos al proyecto de tesis doctoral, por la invaluable colaboración en los trabajos de campo y realización de las encuestas.

ABSTRACT

The present work has tested a simple and replicable methodology to estimate the level of sustainability of the current situation of Lerma's Valley - system or unit of analysis-. By means of multidimensional graphs and the calculation of indexes a diagnosis image of the system was obtained, in a multidimensional frame of the sustainable development. This image was observed then in the potential future evolution, if alternatives of utilization of bioenergy are implemented in the zone. The analyses allowed to visualize graphically, the failings and the imbalances of the system and therefore, to focus towards the dimensions and variables that need to implement policies and corrective instruments. The implementation of bioenergy projects, carefully planned and executed, undoubtedly will contribute towards a system of major future sustainability.

REFERENCIAS

- Afgan, N.H y Carvalho, M.G. (2008). Sustainability assessment of a hybrid energy system. *Energy Policy* 36: 2903– 2910.
- Bossel, H. (1999). Indicators for Sustainable Development: Theory, Method, Applications. A Report to the Balaton Group. International Institute for Sustainable Development (IISD), Winnipeg, Canada.
- George, C. (1999). Testing for sustainable development through environmental assessment. *Environmental Impact Assessment Review* 19, 175-200.
- Gnansounou E, Panichelli L, Villegas J D. (2008). Sustainable liquid biofuels development for transport, working paper, LASEN, Ref.437.103. See also: Lausanne, Switzerland: EPFL <http://bpe.epfl.ch>.
- Holden, E. y Linnerud, K. (2007). The Sustainable Development Area: satisfying basic needs and safeguarding ecological sustainability. *Sustainable Development* 15, 174-87.
- Kemmler, A. y Spreng, D. (2007). Energy indicators for tracking sustainability in developing countries. *Energy Policy* 35, 2466–2480.
- Manrique S; J. Franco; V. Núñez Y L. Seghezzo. (2008). Potencial Energético De Biomasa Residual De Tabaco Y Aji En El Municipio De Coronel Moldes (Salta – Argentina). *AVERMA* 12 (6): 87- 94. Impreso en la Argentina. ISSN 0329-5184.
- Manrique, S.; Franco, J., Núñez, V. Y L. Seghezzo. (2009a). Estimación De Densidad De Biomasa Aérea En Ecosistemas Naturales De La Provincia De Salta. *AVERMA* 13 (6): 37-45. Impreso en la Argentina. ISSN 0329-5184.
- Manrique, S; Franco, J; Núñez, V Y L. Seghezzo. (2009b). Alternativa bioenergética en el Valle de Lerma, Salta (Argentina). Trabajo seleccionado para su presentación oral en el 1º Congreso Internacional de Ambiente y Energías Renovables, con publicación de trabajo completo en CD- libro. Universidad Nacional de Villa María, Córdoba. 11-13 Noviembre de 2009.
- Manrique, S; Franco, J; Núñez, V Y L. Seghezzo. (2009c). Índice De Valor Combustible De Arbustales Naturales Y Su Potencialidad Como Cultivos Energéticos. *AVERMA* 13 (6): 47-56. Impreso en la Argentina. ISSN 0329-5184.
- Manrique, S; Franco, J; Núñez, V Y L. Seghezzo. (2009d). Stock de Biomasa y Carbono en una Zona del Chaco Occidental en el Departamento de la Viña, Salta. *AVERMA* 13 (6): 155-164. Impreso en la Argentina. ISSN 0329-5184.
- Manrique, S.M.; Franco, J.; Núñez, V. y L. Seghezzo. (2010a). Perspectiva Bioenergética De Los Residuos Sólidos Urbanos En El Valle De Lerma. Presentado para la XXXIII Reunión de Trabajo de Asociación Argentina de Energías Renovables y Ambiente y XIX Encuentro de la Sección Argentina de la Asociación Internacional para la Educación en Energía Solar – IASEE (15 al 18 de noviembre de 2010).
- Manrique, S.M.; Franco, J.; Núñez, V. Y L. Seghezzo. (2010b). Bioenergía En El Valle De Lerma: Evaluación De Sustentabilidad De Alternativas. Presentado para la XXXIII Reunión de Trabajo de Asociación Argentina de Energías Renovables y Ambiente y XIX Encuentro de la Sección Argentina de la Asociación Internacional para la Educación en Energía Solar – IASEE (15 al 18 de noviembre de 2010).
- Mauerhofer, V. (2008). 3-D Sustainability: An approach for priority setting in situation of conflicting interests towards a Sustainable Development. *Ecological economics* 64: 496–506.
- Mebratu, D. (1998). Sustainability and sustainable development: historical and conceptual review. *Environmental Impact Assessment Review* 18, 493-520.
- Mitcham, C. (1995). The concept of sustainable development: origins and ambivalence. *Technology in Society* 17(3), 311-326.
- Mog, J.M. (2004). Struggling with sustainability—a comparative framework for evaluating sustainable development programs. *World Development* 32 (12), 2139–2160.
- Seghezzo, L. (2008). Desarrollo a Secas, Desarrollo Sustentable y Sustentabilidad. Curso de Postgrado. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Salta. Argentina.
- Sheehan, J.J. (2009). Biofuels and the conundrum of sustainability. *Current Opinion in Biotechnology* 20:318–324.
- WCED (World Commission on Environment and Development). (1987). *Our Common Future*. Oxford: Oxford University Press.